

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Numéro de publication: **0 344 245 B1**

12

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

45 Date de publication de fascicule du brevet: **08.09.93** 51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05B 3/64**, H05B 3/42

21 Numéro de dépôt: **88909549.3**

22 Date de dépôt: **21.10.88**

86 Numéro de dépôt internationale :  
**PCT/FR88/00520**

87 Numéro de publication internationale :  
**WO 89/04108 (05.05.89 89/10)**

54 **THERMOPLONGEUR ELECTRIQUE.**

30 Priorité: **21.10.87 FR 8714532**

43 Date de publication de la demande:  
**06.12.89 Bulletin 89/49**

45 Mention de la délivrance du brevet:  
**08.09.93 Bulletin 93/36**

84 Etats contractants désignés:  
**BE CH DE GB IT LI NL SE**

56 Documents cités:  
**EP-A- 0 251 891 DE-B- 1 269 749**  
**FR-A- 759 476 FR-A- 2 413 011**  
**FR-A- 2 463 563 US-A- 4 215 233**

73 Titulaire: **ELECTRICITE DE FRANCE Service National**  
**2, rue Louis Murat**  
**F-75008 Paris(FR)**

72 Inventeur: **DUCOURROY, André**  
**47, rue de la Plaine**  
**F-78290 Croissy-s/Seine(FR)**  
Inventeur: **JAUME, Richard**  
**14, square des Copains-d'abord**  
**F-77250 Moret-s/Loing(FR)**

74 Mandataire: **Fort, Jacques et al**  
**CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam**  
**F-75009 Paris (FR)**

**EP 0 344 245 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

L'invention concerne les dispositifs de chauffage électrique d'un milieu par résistance, dispositifs encore communément appelés thermoplongeurs, du type comprenant un élément chauffant allongé en graphite, sensiblement cylindrique et présentant deux parties terminales, entouré par une gaine en matériau réfractaire délimitant autour de l'élément chauffant une chambre étanche de rétention d'un gaz propre à protéger le graphite de l'oxydation.

Elle trouve une application particulièrement importante bien que non exclusive, dans le domaine des dispositifs de chauffage électrique permettant d'atteindre, dans les fours où règne une atmosphère corrosive ou oxydante, des températures aussi élevées que celles que permet d'atteindre l'emploi de combustible fossile.

On connaît déjà des dispositifs de chauffage électrique du type ci-dessus défini. En particulier, dans la demande de brevet FR-A-84 02 358, le demandeur décrit un dispositif comportant un élément chauffant en graphite protégé contre l'oxydation par une atmosphère contenant du monoxyde de carbone formé à partir de l'élément chauffant lors de la première mise en oeuvre du dispositif et entouré par une gaine tubulaire en céramique réfractaire résistant à la corrosion. Cette solution permet de résoudre de nombreux problèmes.

Cependant, l'utilisation d'une gaine en céramique, dont la conductibilité thermique est faible, limite la puissance surfacique dissipable.

L'invention vise à fournir un dispositif de chauffage électrique répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il permet d'obtenir une forme de gaine particulièrement propice à la diffusion de la chaleur rayonnante venant de l'élément chauffant en graphite, ce qui était impossible avec les gaines céramique dont la forme était limitée au cylindre de révolution ou à l'ovale, en ce qu'il permet de supprimer les risques de court-circuit électrique entre l'élément chauffant en graphite et la gaine, risques provoqués par le mouvement et les vibrations du dispositif dans son milieu chauffé, en ce que il comporte des moyens de fixation et de centrage de l'élément chauffant en graphite à l'intérieur de sa gaine qui minimisent considérablement les difficultés de montage d'un tel dispositif et les problèmes rencontrés lors de sa maintenance, et en ce qu'il permet d'atteindre une durée de vie du dispositif importante grâce à un système d'alimentation en gaz inerte peu coûteux, simple à mettre en oeuvre et de maintenance aisée, protégeant l'élément en graphite contre l'oxydation.

Dans ce but, l'invention propose notamment un dispositif de chauffage électrique conforme à la revendication 1.

Dans un mode de réalisation avantageux du dispositif appliqué à un élément chauffant utilisé en position verticale ce dernier est conforme à la revendication 2.

Il est également avantageux de prévoir des moyens d'isolation électrique placés entre la seconde partie terminale de l'élément chauffant et la platine de montage et de manutention, ce qui permet, d'éviter tout risque de court-circuit en empêchant l'élément en graphite de venir en contact avec le fond de la gaine.

Dans des modes de réalisation avantageux, on aura également recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- le dispositif comporte un système d'alimentation de la chambre étanche en un gaz de protection contre l'oxydation de l'élément chauffant en graphite et d'extraction dudit gaz, connecté à la chambre étanche par au moins un passage d'entrée du gaz situé sur une des deux parties terminales de la gaine et par au moins un passage de sortie du gaz situé sur l'autre partie terminale de la gaine, de sorte qu'une circulation du gaz de protection puisse s'effectuer dans ladite chambre étanche entre les deux parties terminales.
- le système d'alimentation et d'extraction en gaz de protection comporte une boîte de répartition du gaz injecté, fixée à une extrémité ou partie terminale de la gaine et, pour chaque ondulation de la chambre étanche, un passage d'alimentation à partir de ladite boîte de la goulotte correspondante définie par la partie de l'ondulation dont la concavité est dirigée vers l'intérieur de la gaine.
- le gaz de protection est un gaz inerte tel que l'argon.
- le rapport entre la circonférence développée de la gaine et la circonférence du cercle passant par les sommets des ondulations les plus rapprochés de l'axe du dispositif est compris entre 2,5 et 4.
- la couche externe de protection de la gaine est obtenue par un traitement dénommé chrome-aluminisation et est d'une épaisseur comprise entre quelques microns et quelques centaines de microns.
- la couche externe de protection de la gaine est obtenue par un traitement dénommé "Sermetel J".

De façon générale, ce dispositif est utilisable dans tout procédé de chauffage de fluide, mais il est particulièrement intéressant dans des réacteurs ou fours à lit fluidisé.

Ses applications sont nombreuses et diversifiées. On citera parmi celles-ci, la décarbonatation, la calcination, la pyrolyse, l'élimination de solvants, la catalyse chimique, les réactions chimiques ayant

lieu à moins de 900 °C, etc...

Dans un mode avantageux de réalisation, le dispositif ci-dessus décrit est réalisé et utilisé dans un réacteur de décarbonatation à lit fluidisé.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- la **figure 1** est une vue en élévation d'un dispositif de chauffage partiellement en coupe selon l'invention,
- la **figure 2** est une vue en coupe transversale suivant II-II de la figure 1,
- la **figure 3** est une vue en coupe transversale suivant III-III de la figure 1,
- la **figure 4** est une vue de dessus schématique de la figure 1.
- la **figure 5** est une coupe partielle suivant V-V de la figure 1,
- la **figure 6** est une vue en coupe suivant VI-VI de la figure 1,
- la **figure 7** est une vue en coupe partielle suivant VII-VII de la figure 6,
- la **figure 8** est une vue partielle de face de la semelle de fixation de la figure 7,
- la **figure 9** est une vue partielle en coupe de l'autre partie terminale de l'élément chauffant et du dispositif de l'invention,
- la **figure 10** est une vue de dessous de la figure 1,
- la **figure 11** est une vue schématique partiellement en coupe du dispositif selon l'invention montrant une disposition pour la manutention du dispositif.

La figure 1 représente un dispositif de chauffage électrique selon l'invention. Il est constitué d'un élément chauffant allongé 1 en graphite, de forme générale sensiblement cylindrique. De façon plus précise, il présente une forme hélicoïdale double dans la partie chauffante, et est muni de deux parties ou blocs pleins 2 séparés l'un de l'autre à une de ses extrémités pour pouvoir y raccorder les connexions électriques. Une partie pleine est réservée pour l'entrée du courant et l'autre pour la sortie. La double hélice permet d'allonger le chemin électrique, donc d'augmenter la résistance. De plus, en jouant sur les divers paramètres de l'hélice (pas, longueur et épaisseur de la partie en hélice, diamètre moyen) on peut adapter la résistance aux besoins ou aux contraintes imposées, comme par exemple l'encombrement ou la tension maximale admissible. Avec un élément selon l'invention, on peut atteindre des hauteurs de l'élément chauffant en graphite de l'ordre de deux mètres, ce qui fait une hauteur globale du dispositif de l'ordre de trois mètres.

L'élément en graphite 1 est entouré par une gaine 3 délimitant autour de l'élément chauffant 1 une chambre étanche 4 de rétention d'un gaz inerte tel que l'argon. La gaine est en tôle d'alliage métallique réfractaire résistant à la corrosion du milieu dans lequel elle est placée et peut être recouverte d'une couche externe de protection 5 (voir figure 2) d'épaisseur sensiblement constante, par exemple 10  $\mu\text{m}$ . Elle présente des ondulations régulières comme cela apparaît plus clairement sur les figures 2 et 3. Ces ondulations sont disposées de telle façon que tous les points de la surface interne 6 de la gaine "voient" directement l'élément chauffant 1 et que la surface d'échange 7 du dispositif avec le milieu soit importante. Le rapport entre la circonférence développée de la gaine et la circonférence du cercle (figurée en trait mixte sur la figure 2) passant par le sommet des ondulations les plus rapprochées de l'axe du dispositif est compris entre 2,5 et 4. Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, il est de l'ordre de 3,5.

Les connexions électriques de l'élément chauffant en graphite avec la source de courant sont au nombre de deux. Elles sont constituées chacune par une barre en acier 8, filetée à ces deux extrémités, et permettent de soutenir et de mettre en place l'élément en graphite 1 axialement et radialement et de laisser passer le courant des connexions 9 externes au dispositif vers les parties pleines 2 de l'élément chauffant 1. Ces barres 8 jouent également un rôle dans l'isolation thermique de la platine 10 par rapport à l'élément chauffant 1.

La platine 10 est plus précisément représentée sur les figures 4 et 5. C'est une pièce composite à base de pièces isolantes en céramique et de différentes pièces métalliques, par exemple dans le même matériau que la gaine, permettant le serrage de la platine sur la gaine de façon à rendre la chambre 4 étanche. La platine 10 permet le supportage de l'élément chauffant, l'obturation du dispositif et l'isolation électrique entre les bornes.

Plus précisément, elle comporte une pièce métallique 11 munie de deux passages 11a pour les barres d'alimentation et de soutien 8. Des joints 11b entre la partie supérieure 3a de la gaine 3 et la pièce 11 permettent d'assurer l'étanchéité, sachant que des moyens de serrage 11c, comportant par exemple des rondelles Belleville 11d mettent en compression la pièce 11 sur la gaine 3. La pièce 11 comporte par ailleurs un tube central 12 d'évacuation du gaz d'inertage servant à protéger l'élément chauffant en graphite contre l'oxydation. Une bride de serrage 13 munie de ses moyens 13a de serrage avec système de compensation différentiel du type rondelle Belleville 13b permet de réaliser la mise en compression des joints 16 avec les épaulements 14 soudés sur les barres 8 et assurant l'étanchéité de ces barres 8 avec l'extérieur.

Des pièces isolantes en céramique 15a, 15b, 15c, 15d, réalisent l'isolation électrique des barres avec le reste des parties métalliques de la platine. Chaque pièce 15d est constituée par deux demi-cylindres, de façon à permettre leur montage sur les barres 8. Des joints 16 d'étanchéité sont également prévus. Ils tiennent à des températures relativement importantes et peuvent par exemple être constitués en matériau isolant du type connu sous le nom de Klingérite.

En refermant le dispositif de façon étanche, la platine 10 permet la rétention du gaz inerte dans la chambre de rétention 4. Grâce à l'agencement tel que décrit de la platine 10, une bonne répartition des efforts de serrage est réalisée. La température au niveau de la platine peut être de l'ordre de 300 °C.

Les joints peuvent également être constitués en graphite expansé, en un composé amiante, ou du type métal-plastique propre à conserver ses propriétés d'étanchéité jusqu'à des températures de l'ordre de 900 °C.

Sur les figures 6 à 9 apparaissent plus précisément les moyens de fixation et de centrage de l'élément chauffant 1 à l'intérieur de la gaine 3.

Les barres d'alimentation électrique 8 sont fixées par des moyens 20 (voir figure 7) de vissage sur une semelle composite 21 de fixation et d'alimentation électrique de l'élément chauffant en graphite. La semelle 21 est elle-même fixée sur la première partie terminale 22 de l'élément en graphite 1 par des vis 23, vissées dans des trous taraudés dans les blocs pleins 2 de l'élément chauffant allongé 1. Ces blocs pleins restent relativement froids. La semelle de fixation et d'alimentation est constituée par deux portions métalliques 24 formant respectivement les bornes d'entrée et de sortie électrique de l'élément graphite. Ces portions métalliques 24 sont isolées électriquement et fixées rigidement l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une plaque isolante, par exemple en céramique, 25. Les moyens de fixation sont constitués par des boulons 26 venant d'un côté en appui sur la pièce métallique (par l'intermédiaire de la tête par exemple) et de l'autre en appui sur le matériau isolant (par l'intermédiaire de l'écrou), de telle sorte qu'aucun contact électrique n'existe entre les deux bornes métalliques entrée-sortie (voir figure 6).

La plaque isolante en céramique peut être en tout autre matériau isolant électriquement tenant aux températures de fonctionnement. Les moyens de fixation sont bien évidemment arrêtés, par exemple par des lamelles pliées 27, conformément aux règles de l'art pour éviter la perte de boulons ou de vis à l'intérieur du dispositif.

La figure 9 montre la partie inférieure des moyens de fixation et de centrage de l'élément chauffant en graphite dans sa gaine 3. Une couron-

ne isolante 30 en fibre céramique ou béton réfractaire constitué par exemple par des empilages de disques, est emmanchée à force ou fixée mécaniquement sur la seconde partie terminale 31 de l'élément chauffant. Cette couronne isolante s'engage avec un jeu suffisant 32, par exemple de 5 mm, dans une jupe cylindrique 33 fixée sur la partie interne de la gaine, à l'intérieur des sommets des ondulations les plus proches de l'axe central 35 de l'élément chauffant. Un centrage de l'élément en graphite par rapport à la gaine, en partie basse dudit élément, est donc réalisé.

Sur le fond 36 de la gaine repose une platine de montage 37 et de manutention comportant des moyens de connexion 38, par exemple constitués par un filetage pratiqué dans un tube 39 soudé à la platine 37. Des moyens d'isolation électrique 40 et 41 reposent sur la platine 37 et s'interposent donc entre la seconde partie terminale 31 de l'élément chauffant et la platine de montage de manutention 37.

Des moyens d'isolation électrique 40, 41 permettent essentiellement de supprimer les risques de contact entre l'élément en graphite 1 et le fond de la gaine de dispositif, ce qui engendrerait des court-circuits.

La figure 9 montre par ailleurs la partie inférieure du système 50 d'alimentation de la chambre étanche 4 en gaz de protection contre l'oxydation de l'élément chauffant en graphite, par exemple en gaz inerte tel que l'argon.

Ce système d'alimentation 50 comporte une boîte de répartition 51 solidaire du fond 36 de la gaine, par exemple par soudage et, pour chaque ondulation 52 de la chambre étanche, un passage 53 d'alimentation de la goulotte 54 correspondante (définie par la partie concave de l'ondulation dirigée vers l'intérieur de la chambre étanche) à partir de la boîte 51, de sorte que le gaz de protection remplit entièrement la chambre étanche 4. La boîte de répartition 51 est alimentée en gaz inerte par un conduit 55 solidaire de la gaine 3 et qui remonte jusqu'en partie haute du dispositif (voir figure 4). Il est connecté aux moyens d'alimentation 56 en gaz inerte (voir figure 1) par exemple par une tuyauterie amovible muni de raccord rapide étanche tenant à haute température. Les moyens d'alimentation 56 en gaz inerte comportent un dispositif 57 (transmetteur, pressostat...) de mesure et de contrôle de la pression statique présente dans les canalisations et la chambre étanche 4. Une injection de gaz inerte supplémentaire est effectuée, par exemple de façon automatique, par un automate programmable 58 en cas de baisse de pression au-dessous d'une valeur nominale de fonctionnement choisie. Cette fonction peut aussi être remplie par un mano-détendeur basse pression situé à proximité du thermoplongeur connecté à l'entrée 55 et par

une soupape connectée à la sortie 12. L'automate contrôle avantageusement également la puissance électrique qui alimente l'élément chauffant via les bornes 9 et les barres 8 à partir d'une source 59 de puissance. Cette source peut, bien évidemment, alimenter plusieurs dispositifs selon l'invention. La gaine 3 comporte par ailleurs des moyens 70 de mesure de la température de l'élément chauffant. Ces moyens 70 sont constitués par des tubes de guidage 71 solidaires de la gaine et dans lesquels sont respectivement placés des thermocouples 72 qui sont connectés à des moyens de mesure de température 60 également reliés à l'automate.

L'automate est avantageusement muni d'une console ou d'un pupitre de commande 61 et peut être connecté à des moyens de calcul 62 et des moyens d'enregistrement des données 63 permettant un pilotage et une surveillance du fonctionnement de l'ensemble du dispositif.

Sur les figures 1, 4 et 9 on a représenté un seul tube de guidage pour thermocouple, mais plusieurs tubes peuvent être prévus. En général un seul tube de guidage permettant de descendre un thermocouple en milieu de partie chauffante de l'élément chauffant en graphite est suffisant.

Sur la figure 9 enfin, on a représenté partiellement, sous la boîte de distribution d'argon 51, un tube de centrage fixé à la boîte, qui permet la mise en place et le centrage du dispositif chauffant dans le four, par exemple à lit fluidisé, où il est utilisé.

La figure 11 montre un système de montage et de manutention de l'élément chauffant schématisé. Par l'intermédiaire du tube d'évacuation 12 de l'argon, on vient introduire une tige 80, munie d'un anneau de préhension 81, qu'on descend jusqu'en partie basse du dispositif. Cette tige 80 comprend à son extrémité une partie filetée qui est vissée sur les moyens 38 de fixation de la platine 37, restant dans la gaine durant le fonctionnement. Un écrou de serrage 82 permet de bloquer en partie haute la tige de montage 80. Par l'intermédiaire d'un pont roulant, on peut ensuite manutentionner le dispositif en le prenant par son anneau 81, la platine 37 venant lorsque l'on exerce une traction sur la tige 82, s'appliquer par l'intermédiaire des disques isolants 40, 41 sur la partie inférieure de la couronne 30 solidaire de l'élément en graphite. De cette sorte, l'élément en graphite ne risque pas de bouger à l'intérieur de sa gaine et une bonne rigidité de l'ensemble est assurée.

Un dispositif de chauffage du type ci-dessus décrit peut avantageusement être utilisé dans un réacteur à lit fluidisé pour un procédé de décarbonatation.

Dans ce cas, la gaine 3 peut être réalisée en métal réfractaire protégé par un dépôt obtenu par chromaluminisation ou par un revêtement connu sous le nom de Sermetel J. Le procédé dit de

chromaluminisation est un traitement thermo-chimique par diffusion. Les pièces sont plongées dans un bain de ciment composé par de l'ordre de 80% de chrome et 20% d'aluminium, dilué par de l' $Al_2O_3$  dans une proportion aux alentours de 50/50. Le traitement Sermetel J. est effectué par la Société HEURCHROME (176, rue d'Estienne d'Orves - 92700 COLOMBES). Un pigment aluminium plus silicium est déposé à froid par projection au pistolet. Un étuvage pour fixation du pigment sur son support est ensuite effectué vers 360 °C. Un traitement de diffusion aux alentours de 1000 °C des pièces traitées termine le processus.

Le fonctionnement du dispositif de chauffage décrit ci-dessus est le suivant.

Le dispositif est introduit à son emplacement dans le four à lit fluidisé, par l'intermédiaire du système de montage décrit ci-avant. On démonte ensuite le système de montage en enlevant l'écrou de serrage 82 puis en dévissant la tige 80, la platine de montage et de manutention 37 restant dans la gaine durant le fonctionnement. On vient ensuite connecter l'entrée du gaz d'inertage, par exemple de l'argon, sur la tubulure d'alimentation 55 du gaz 12 et on chasse l'oxygène contenu dans la chambre étanche en totalité. En fin de préparation de l'atmosphère inerte de la chambre, on met en place le tuyau de sortie du gaz sur l'attente de sortie 12 et on s'arrange pour laisser une légère surpression dans la chambre, de façon à réaliser un confinement dynamique de l'intérieur de la gaine. L'ensemble du dispositif d'inertage est contrôlé par l'intermédiaire de capteurs de pression et de l'automate 58.

Les connexions électriques sont effectuées sur les parties 9 des barres d'alimentation 8 puis la montée en puissance s'effectue, commandée et contrôlée par les moyens décrits ci-dessus et connus en soi. Une pression relativement constante est maintenue à l'intérieur de la chambre étanche en contrôlant la pression interne du dispositif par l'automate.

Lors du fonctionnement, la pression dans la chambre est mesurée en permanence et du gaz inerte est introduit ou extrait de ladite chambre en fonction des chutes de pression ou des augmentations de pression au-dessus de valeurs prédéterminées.

Le gaz est introduit à une extrémité et est extrait à l'autre extrémité de la gaine du dispositif 1. Celui-ci va, pour des raisons liées à son exploitation, osciller en température de façon à maintenir le bain dans lequel il se trouve à une température constante. Il s'ensuit une circulation discontinue du gaz d'inertage permettant le renouvellement de ce dernier. En effet, lorsque le gaz se dilate du fait d'une augmentation de température et pour que la pression à l'intérieur de la gaine soit maintenue

constante, une certaine quantité s'échappe via le circuit 56 comprenant une soupape. Par contre, lorsque la température redescend, le bain s'étant restabilisé à sa température nominale de fonctionnement, la chambre se retrouve en dépression par rapport à sa valeur de consigne. Une quantité de gaz d'inertage est alors injectée automatiquement pour venir compenser la perte de volume due à la contraction des gaz. Ce fonctionnement permet un renouvellement du gaz d'inertage nécessaire tout en consommant une quantité négligeable.

L'invention ne se limite nullement aux modes de réalisation qui ont été décrits, elle en couvre toute les variantes et notamment :

- le cas où les ondulations régulières ne présentent pas la forme arrondie, plus particulièrement décrite, mais ont des côtés présentant des angles aigus, 15
- le cas où les ondulations sont séparées par des portions ne présentant aucune ondulation, 20
- le cas où les gaines de dispositif selon l'invention sont obtenues par pliage de tôle et refermées ensuite sur elles-mêmes par soudure. 25

## Revendications

1. Dispositif de chauffage électrique d'un milieu comprenant un élément (1) chauffant allongé en graphite sensiblement cylindrique autour d'un axe longitudinal présentant deux parties terminales (22, 31) et entouré par une gaine (3) en matériau réfractaire délimitant autour de l'élément chauffant une chambre étanche de rétention (4), caractérisé
  - en ce que la gaine (3) est en tôle d'alliage métallique réfractaire qui soit est résistant à la corrosion du milieu, soit est recouverte d'une couche métallique externe (5) de protection sensiblement constante, 40
  - en ce que ladite gaine présente des ondulations régulières agencées de telle sorte que la surface interne (6) de la gaine (3) reçoit directement le rayonnement de l'élément chauffant (1), 45
  - en ce que l'élément chauffant (1) est muni de deux blocs pleins (2) à la première desdites parties terminales (22), respectivement raccordés aux bornes d'entrée et de sortie du courant électrique, 50
  - et en ce que l'élément chauffant (1) en graphite comporte des moyens de fixation et de centrage dudit élément chauffant à l'intérieur de la gaine comprenant: 55
    - une couronne isolante (30) en matériau réfractaire fixée sur la seconde (31) desdites parties terminales de l'élément

chauffant (1) en graphite et engagée dans une jupe cylindrique (33) fixée sur la partie interne de la gaine de sorte qu'un centrage de l'élément (1) en graphite par rapport à la gaine (3) au niveau de la seconde partie (31) dudit élément est réalisé et,

- une semelle composite (21) de fixation et d'alimentation électrique de l'élément chauffant en graphite fixée de façon amovible sur ladite première partie terminale (22) et sur laquelle sont fixées les barres (8) d'entrée et de sortie du courant d'alimentation électrique, ladite semelle (21) étant constituée par deux portions métalliques (24) formant respectivement les bornes d'entrée et de sortie électrique dudit élément en graphite, lesdites portions métalliques étant isolées électriquement et fixées rigidement l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une plaque isolante en céramique (25).

2. Dispositif de chauffage selon la revendication 1, comportant un élément chauffant vertical, caractérisé en ce qu'il comporte une platine (37) de montage et de manutention disposée sous la seconde partie terminale (31) de l'élément chauffant (1), reposant sur le fond (36) de la gaine (3) et comportant des moyens de connexions (38) avec une tige de manutention, de sorte qu'en venant connecter ladite tige par l'intérieur de l'élément en graphite sur la platine (37), on puisse manutentionner le dispositif par ladite tige, la platine (37) venant supporter ledit élément (1).
3. Dispositif de chauffage selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'isolation électrique (40) placés entre la seconde partie terminale de l'élément chauffant et la platine (37) de montage et de manutention.
4. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comporte un système d'alimentation de la chambre étanche en un gaz de protection contre l'oxydation de l'élément chauffant en graphite et d'extraction dudit gaz, et en ce que ledit système est connecté à la chambre étanche par au moins un passage d'entrée du gaz, situé sur une des deux parties terminales de la gaine et par au moins un passage de sortie du gaz, situé sur l'autre partie terminale de la gaine, de sorte qu'une circulation du gaz de protection puisse s'effectuer dans ladite chambre étanche entre les

deux parties terminales.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le système d'alimentation et d'extraction en gaz de protection comporte une boîte de répartition (51) du gaz injecté, solidaire d'une partie terminale de la gaine et, pour chaque ondulation de la chambre étanche, un passage d'alimentation (53) à partir de ladite boîte de la goulotte correspondante définie par la partie de l'ondulation dont la concavité est dirigée vers l'intérieur de la gaine. 5 10
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que le gaz de protection est un gaz inerte tel que l'argon. 15
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport entre la circonférence développée de la gaine et la circonférence du cercle passant par les sommets des ondulations les plus rapprochés de l'axe (35) du dispositif est compris entre 2,5 et 4. 20 25
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche externe de protection de la gaine est obtenue par un traitement dénommé chromaluminisation et est d'une épaisseur comprise entre quelques microns et quelques centaines de microns. 30
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche externe de protection de la gaine est obtenue par un traitement dénommé "Sermetel J". 35
10. Application du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes à un réacteur de décarbonatation à lit fluidisé. 40

#### Claims

1. Device for electrically heating a medium, comprising an elongate graphite heating element (1) substantially cylindrical about a longitudinal axis, having two end portions (22,31) and surrounded by a refractory material sheath (3) defining, about the heating element a sealed retention chamber (4), characterized: 45 50
- in that the sheath (3) is made from refractory metal alloy sheeting which either resists corrosion by the medium, or is coated with a substantially constant protective external metal layer (5), 55

- in that said sheath has regular corrugations arranged so that the internal surface (6) of the sheath (3) receives the radiation of the heating element (1) directly,
- in that the heating element (1) is provided with two solid blocks (2) at the first of said end portions (22), connected respectively to the input and output terminals of the electric power supply,
- and in that the graphite heating element (1) comprises means for fixing and centring said heating element inside the sheath comprising:
  - an insulating refractory material ring (30) fixed on the second (31) of said end portions of the graphite heating element (1) and engaged in a cylindrical skirt (33) fixed on the internal portion of the sheath, so that centring of the graphite element with respect to the sheath (3) at the level of the second portion (31) of said element is provided, and
  - a composite bed plate (21) for fixing the graphite heating element, and supplying it with electricity, which is removably fixed on said first end portion (22) and on which are fixed the input and output bars (8) for the electric power supply, said bed plate (21) being formed by two metal portions (24) forming respectively the electric input and output terminals of said graphite element, said metal portions being insulated electrically and mutually fixed rigidly together by means of a ceramic insulating plate (25).

2. Heating device according to claim 1, comprising a vertical heating element, characterized in that it comprises a mounting and handling plate (37) disposed under the second end portion (31) of the heating element (1), resting on the bottom (36) of the sheath (3) and comprising means (38) for connection to a handling rod, so that by connecting said rod through the inside of the graphite element, on the plate (37), the device may be handled by means of said rod, the plate (37) supporting said element (1). 45 50

3. Heating device according to claim 2, characterized in that it comprises electric insulating means (40) placed between the second end portion of the heating element and the mounting and handling plate (37). 55

4. Heating device according to any one of the preceding claims, characterized in that the device comprises a system for supplying the sealed chamber with a gas for protecting the graphite heating element from oxidation and for removing said gas, and in that said system is connected to the sealed chamber by at least one gas inlet passage, situated on one of the two end portions of the sheath and by at least one outlet passage for the gas, situated on the other end portion of the sheath, so that a flow of protective gas may be formed in said sealed chamber between the two end portions, 5 10
5. Device according to claim 4, characterized in that the system for supplying and removing the protective gas comprises a box (51) for distributing the injected gas, fixed to an end portion of the sheath and, for each corrugation of the sealed chamber, a passage for supplying from said box the corresponding chute defined by the portion of the corrugation whose concavity is directed inwardly of the sheath. 15 20
6. Heating device according to any one claims 4 and 5, characterized in that the protective gas is an inert gas such as argon, 25
7. Heating device according to any one of the preceding claims, characterized in that the ratio between the developed circumference of the sheath and the circumference of the circle passing through the tops of the corrugations the closest to the axis (35) of the device is between 2.5 and 4, 30 35
8. Heating device according to any one of the preceding claims, characterized in that the external protective layer of the sheath is obtained by a treatment called chrome-aluminization and is of a thickness between a few microns and a few hundred microns, 40
9. Heating device according to any one of the preceding claims, characterized in that the external protective layer of the sheath is obtained by a treatment called "Sermetel J". 45
10. Application of the device according to any one of the preceding claims to a fluidized bed decarbonation reactor. 50

#### Patentansprüche

1. Elektrische Heizvorrichtung für ein Medium umfassend ein Heizelement (1), das aus Graphit in zylindrischer Gestalt um eine Längsach-

se ausgebildet ist, das zwei Endabschnitte (22, 31) aufweist und von einer Hülle (3) aus hitzebeständigem Material umgeben ist, die um das Heizelement eine abgedichtete Retentionskammer (4) begrenzt,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Hülle (3) aus einem Blech einer hitzebeständigen metallischen Legierung ist, die gegen Korrosion durch das Medium widerstandsfähig ist, die für einen im wesentlichen gleichbleibenden Schutz durch eine äußere metallische Schicht (5) abgedeckt ist,

daß diese Hülle regelmäßig angeordnete Wellenformen derart aufweist, daß die innere Oberfläche (6) der Hülle (3) direkt die Abstrahlung des Heizelementes (1) empfängt,

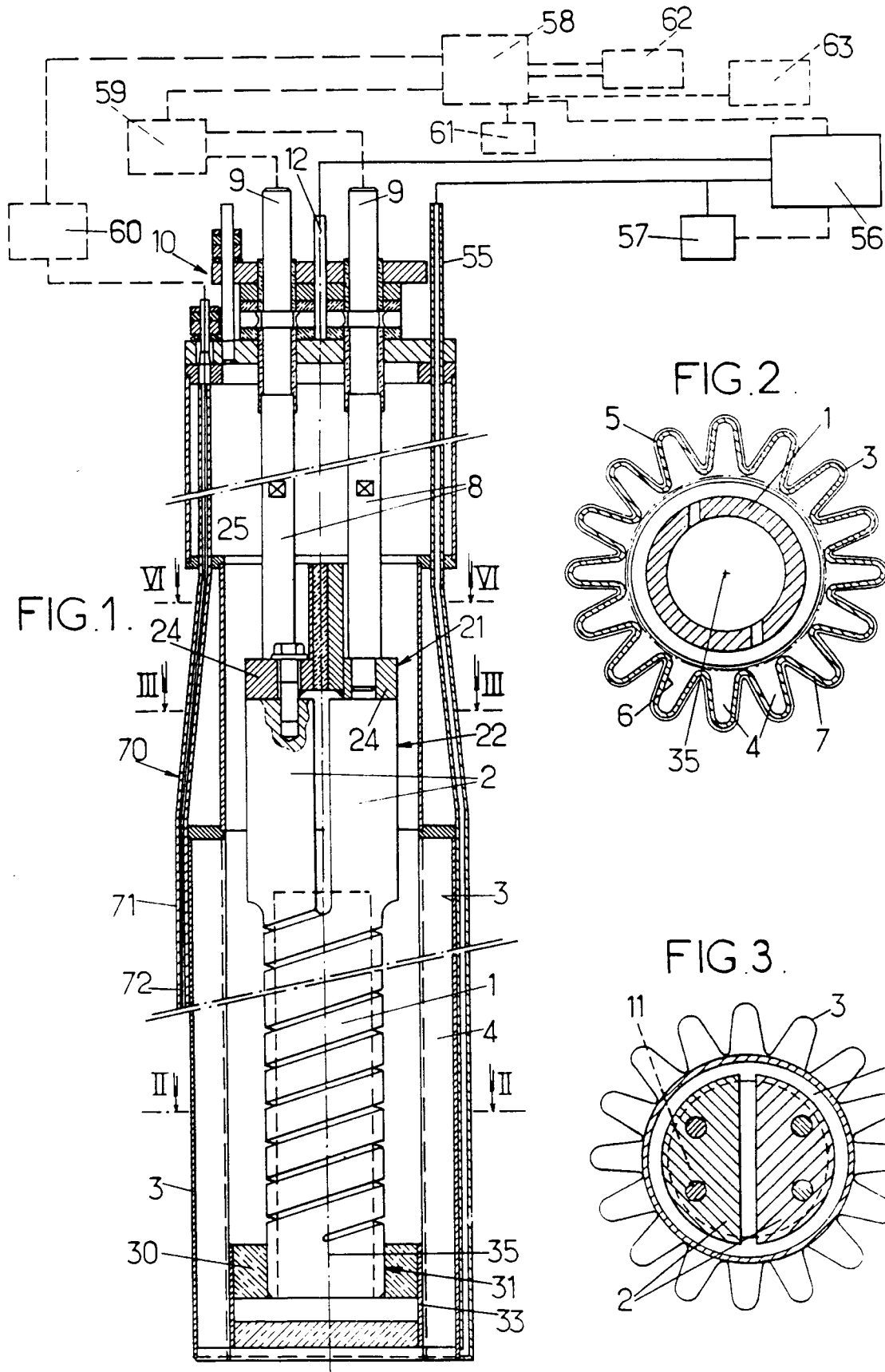
daß das Heizelement (1) mit zwei massiven Blöcken (2) am ersten dieser Endabschnitte (22) vorgesehen ist, die jeweils mit Eingangs- und Ausgangsklemmen für elektrischen Strom verbunden sind,

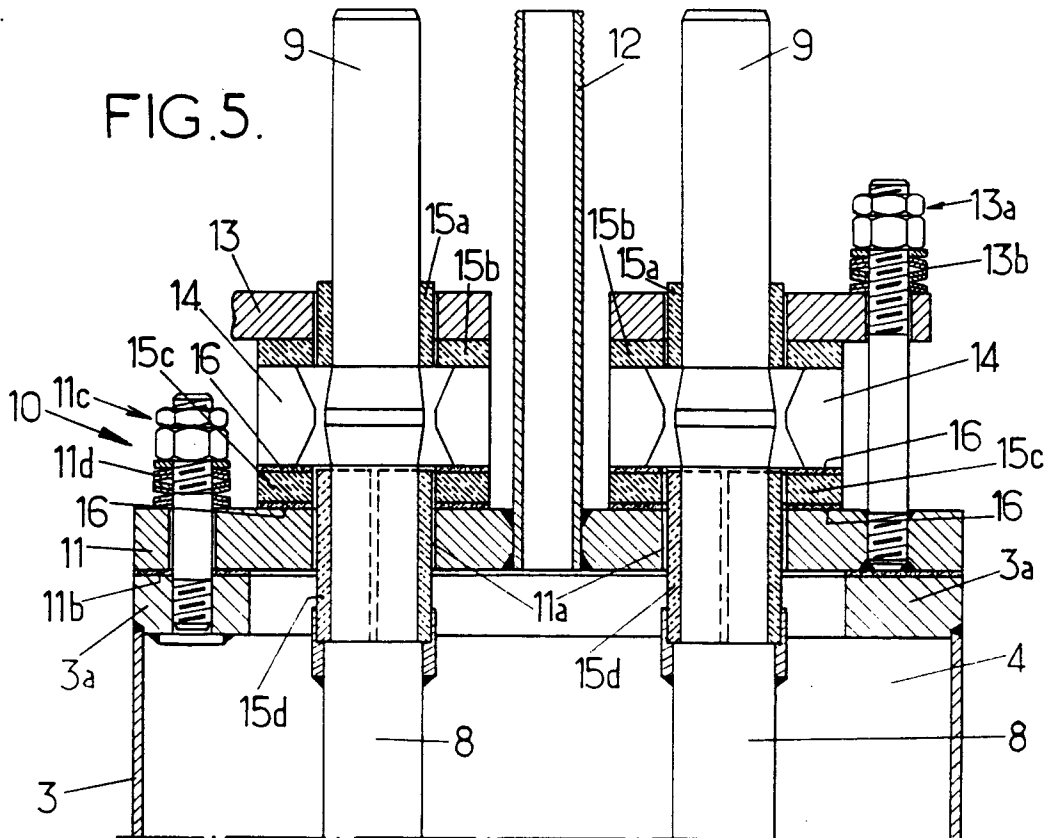
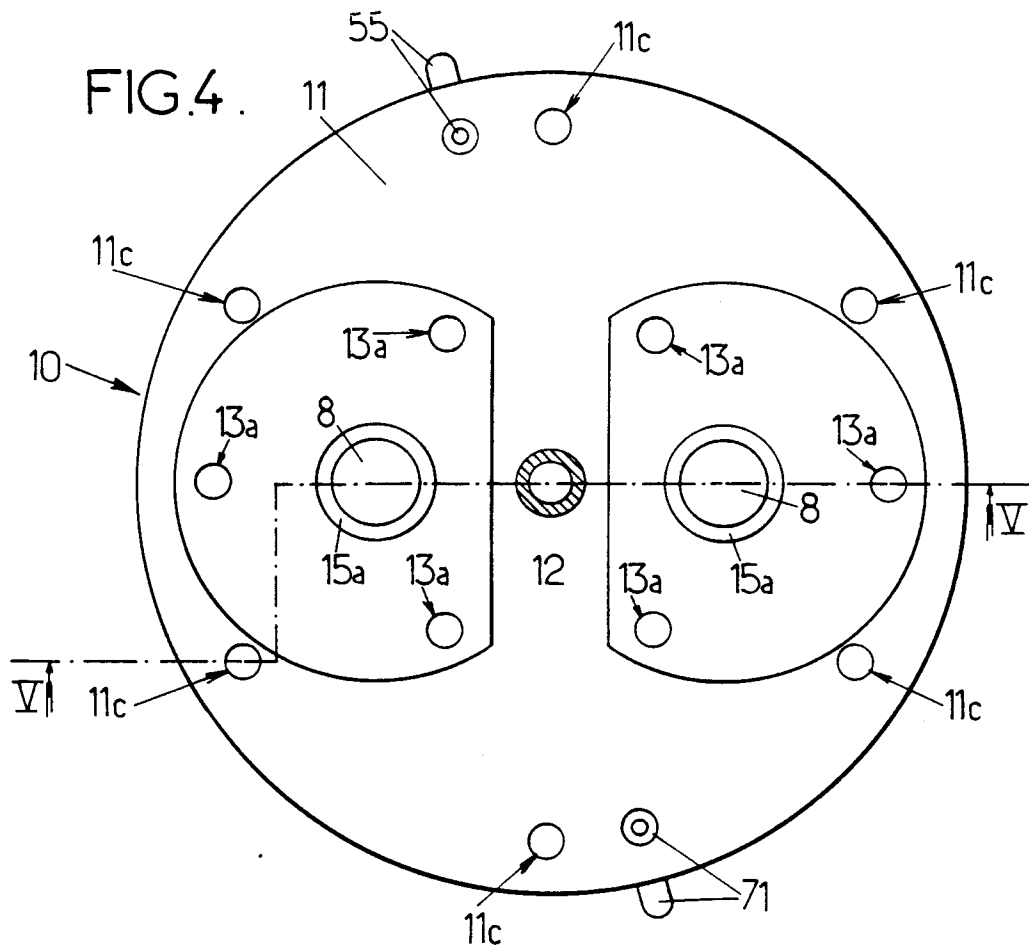
und daß dieses Heizelement (1) aus Graphit Einrichtungen zum Befestigen und zum Zentrieren dieses Heizelementes im Inneren der Hülle umfaßt, umfassend:

- einen Isolationskranz (30) aus einem hitzebeständigen Material, das an dem zweiten dieser Endabschnitte (31) des Heizelementes (1) aus Graphit angebracht und in Eingriff mit einer zylindrischen Verkleidung (33) ist, die an dem inneren Abschnitt der Hülle derart befestigt ist, daß eine Zentrierung des Elements (1) aus Graphit bezüglich der Hülle (3) in der Höhe des zweiten Abschnittes (31) dieses Elementes verwirklicht ist, und
- eine zusammengesetzte Grundplatte (21) zum Befestigen und zur elektrischen Versorgung des Heizelementes aus Graphit, das in einer lösbaren Art und Weise auf dem ersten Endabschnitt (22) befestigt ist, wobei auf dieser Grundplatte Stangen (8) für den Ein- und Ausgang der elektrischen Stromzuführung befestigt sind und die Grundplatte (21) aus zwei metallischen Abschnitten (24) ausgebildet ist, die jeweils die Klemmen für den elektrischen Eingang und den Ausgang dieser Elemente aus Graphit bilden, wobei diese metallischen Abschnitte elektrisch isoliert und gegenseitig über eine dazwischen liegende isolierende Platte aus Keramik (25) starr befestigt sind.

2. Heizvorrichtung nach Anspruch 1, umfassend ein senkrechttes Heizelement, dadurch gekennzeichnet,

- daß es eine Platte (37) zum Befestigen und zum Handhaben umfaßt, die unter dem zweiten Endabschnitt (31) des Heizelementes (1) angeordnet ist, und auf dem Boden (36) der Hülle (3) aufliegt und Einrichtungen zum Verbinden (38) mit einem Handhabungsstiel derart umfaßt, daß man diesen Stiel durch das Innere des Elements aus Graphit auf der Platte (37) verbindet, wobei man die Vorrichtung durch diesen Stiel handhaben kann und die Platte (37) dieses Element (1) hält. 5
3. Heizvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Einrichtung (40) zum elektrischen Isolieren umfaßt, die zwischen dem zweiten Endabschnitt des Heizelementes und der Platte (37) zum Befestigen und zum Handhaben angeordnet ist. 10
4. Heizvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung ein System zum Versorgen der abgedichteten Kammer mit einem Schutzgas gegen Korrosion des Heizelementes aus Graphit und zum Extrahieren dieses Gases umfaßt, und daß dieses System mit der abgedichteten Kammer mittels eines Gaseinlasses, der auf einem der zwei Endabschnitt der Hülle angeordnet ist, und mittels eines Gasauslasses verbunden ist, der auf dem anderen Endabschnitte der Hülle angeordnet ist, derart, daß ein Kreislauf des Schutzgases vorgesehen ist, der in dieser abgedichteten Kammer zwischen den zwei Endabschnitten abläuft. 15
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das System zum Versorgen und Extrahieren eines Schutzgases einen Behälter (51) zum Verteilen des eingespritzten Gases umfaßt, der mit einem Endabschnitt der Hülle fest verbunden ist und für jede Wellenform der abgedichteten Kammer einen Versorgungsdurchlaß (53) von diesem Behälter für die Rinne hat, die entsprechend durch den Abschnitt der Wellenform begrenzt ist, deren Konkavität in das Innere der Hülle gerichtet ist. 20
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzgas ein inertes Gas, wie z. B. Argon ist. 25
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
- dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen der Umfangsevolute der Hülle und dem Umfang des Kreises, der durch die Scheitel der Wellenformen, die am nächsten an der Achse (35) der Vorrichtung sind, verläuft, den Bereich zwischen 2,5 und 4 umfaßt. 35
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schutzschicht der Hülle durch die sogenannte Chromaluminisationsbehandlung erhalten wird und von einer Stärke ist, die einen Bereich zwischen einigen Mikrometer und einigen Hundert Mikrometer umfaßt. 40
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schutzschicht der Hülle durch die sogenannte "Sermetel J"-Behandlung erhalten wird. 45
10. Anwendung der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einem Reaktor zur Entkarbonisierung in einem Wirbelschichtbett. 50
- 55





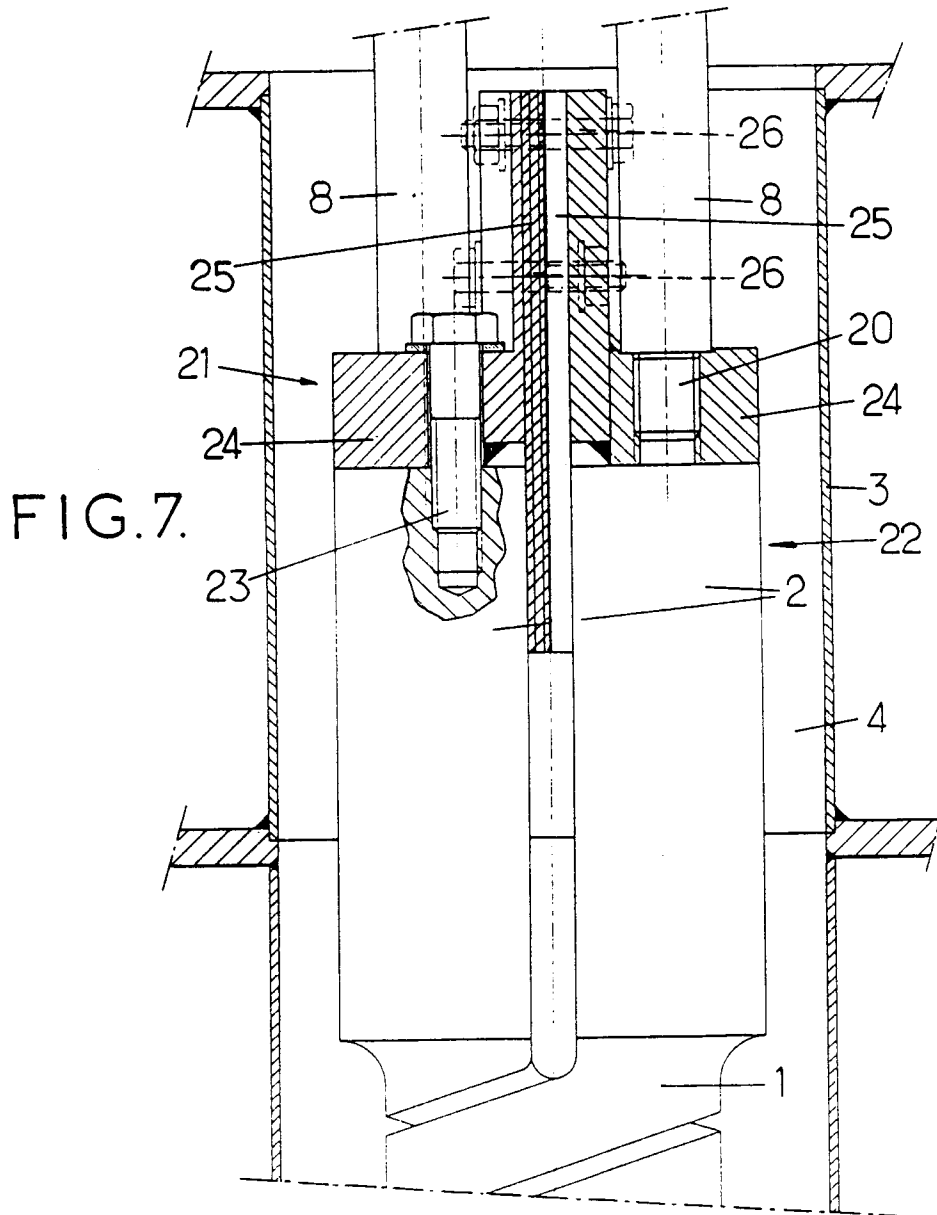
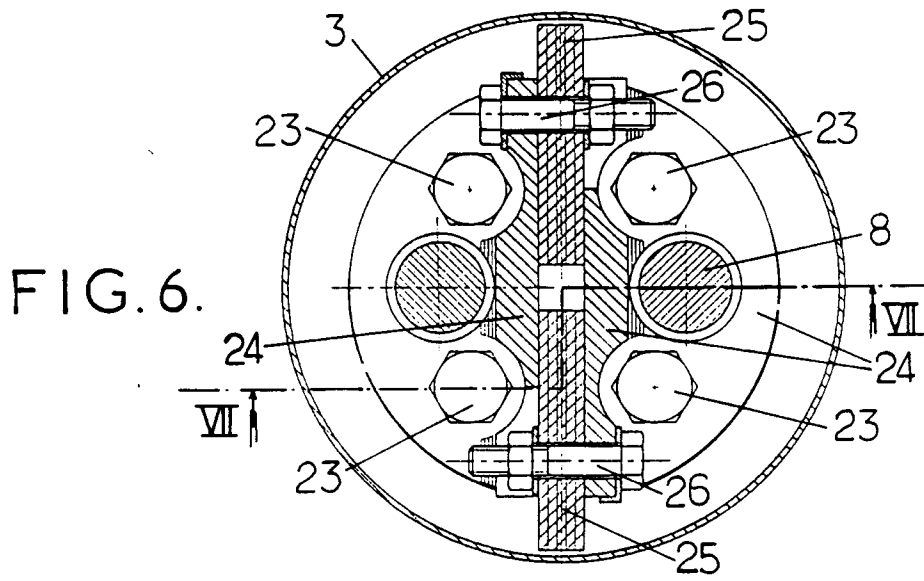


FIG. 8.

